

ANATOMIA DO XILEMA SECUNDÁRIO DE *Indigofera suffruticosa* Miller

José Newton Cardoso Marchiori

Departamento de Ciências Florestais. Centro de Ciências Rurais. UFSM. Santa Maria, RS.

## RESUMO

É descrita a madeira de *Indigofera suffruticosa* Mill. e apresentados dados quantitativos dos tipos celulares constituintes. A estrutura anatômica é comparada com referências da literatura para a espécie e gênero botânico em questão.

## SUMMARY

MARCHIORI, J.N.C., 1986. Secondary Xylem Anatomy of *Indigofera suffruticosa* Mill. *Ciência e Natura*, 8:105-114.

The wood anatomy of *Indigofera suffruticosa* Mill. is described, being presented quantitative data of its cellular types. The anatomical structure is compared with literature references to the species and botanical genus concerned.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Indigofera* L. compreende mais de 250 espécies tropicais e subtropicais em todo o mundo. São plantas heliôfilas que habitam estepes e savanas gramíneas, sendo especialmente abundantes na África (BURKART, 1). No Estado do Rio Grande do Sul são citadas por RAMBO (8) as ocorrências de *Indigofera asperifolia* Bong., *I. campestris* Bong. e *I. isabulicola* Benthham, além de *Indigofera suffruticosa* Mill.

A espécie em estudo é conhecida pelos nomes populares de anil e anileiro (SCHULTZ, 10). É originária das Antilhas e América Central, sendo sub-espontânea em todo o Brasil (PIO CORREA, 7). No Rio Grande do Sul, é encontrada em todo o Estado, sempre em solos alterados (RAMBO, 8). LOMBARDO (5) cita a espécie para as margens do rio Uruguai, no vizinho país homônimo.

O anileiro ocorre de preferência em capoeiras e prefere os solos argilosos férteis, não excessivamente úmidos (LEITÃO FILHO et alii, 4). É um arbusto perene, de 1,5 a 2,5 m de altura, com caules ramificados de cor castanho-clara e folhas compostas de 7 a 15 folíolos, que são opostos com excessão do terminal. Os frutos são arqueados, de forma muito característica, e encontram-se dispostos abundantemente em racemos axilares retos.

*Indigofera suffruticosa* produz um anil de melhor qualidade do que *I. tinctoria* L. e *I. sumatrana* Gaertn., que são originárias do Oriente. Antes da descoberta e fabricação das anilinas

sintéticas, estas três espécies foram objeto de intenso cultivo na Ásia e América Tropical (PIO CORREIA, 7).

A anatomia da madeira foi pouco pesquisada no gênero *Indigofera* L., provavelmente porque se tratam de plantas com caules de diâmetro incompatível à utilização do lenho. No presente trabalho é realizada a descrição anatômica detalhada da madeira, da espécie mais freqüente no Rio Grande do Sul.

#### REVISÃO DA LITERATURA

A anatomia das espécies americanas de *Indigofera* dispõe de referências bibliográficas reduzidas, carecendo as mesmas de estudos detalhados. O gênero não foi abordado nas obras básicas de RECORD & HESS (9) e TORTORELLI (11). Apenas *Indigofera gerardiana* Wall. e *I. suffruticosa* Mill. foram analisadas mais atentamente, em trabalho sobre a anatomia do lenho secundário das leguminosas papilionóides da Argentina, datado de 1950.

METCALFE & CHALK (6) referem para *Indigofera* e outros 11 gêneros de Papilionaceae, a ocorrência de poros moderadamente pequenos, entre 50 e 100  $\mu\text{m}$ . *Indigofera* é incluída, pelos mesmos autores, na relação dos 27 gêneros da referida família, que apresentam porosidade em anel ou em semi-anel, pelo menos em algumas de suas espécies.

COZZO (3) fornece para as duas espécies argentinas pores estudadas, valores de 18 - 55 - 85  $\mu\text{m}$ , como diâmetro tangencial mínimo, médio e máximo de poros, respectivamente. A porosidade é descrita como difusa, sem ordenação especial, na qual os poros são solitários ou em curtos múltiplos, de forma oval a sub-oval e com parede secundária delgada. De acordo com COZZO (3), a freqüência de poros varia, nas duas espécies, entre 27 e 63, com valor médio igual a 33 poros por  $\text{mm}^2$ .

COZZO (3) fala em elementos vasculares de trajeto retilíneo e com placas de perfuração simples, ocorrendo em tabiques horizontais. Em *Indigofera suffruticosa*, o mesmo autor refere vasos de curso até muito sinuoso e com apêndices ausentes, ou curtos até medianos. Para as duas espécies argentinas são fornecidos os valores de 100 - 160 - 240  $\mu\text{m}$ , como comprimento mínimo, médio e máximo de elementos vasculares, respectivamente.

METCALFE & CHALK (6) citam para Papilionaceae a ocorrência de pontuações intervasculares ornamentadas, alternas e tipicamente pequenas. Em *Indigofera suffruticosa* as pontuações são de grande tamanho, semi-escalariformes, com aréola ovalada e abertura oblongo-oval (COZZO, 3).

Com relação ao parênquima axial, METCALFE & CHALK (6) incluem *Indigofera* na relação dos 11 gêneros de Papilionáceas que

apresentam parênquima axial moderado a muito abundante, intermediário entre os tipos aliforme e confluyente, bem como na lista de 19 gêneros da mesma família em que ocorrem espécies com parênquima axial predominantemente vasicêntrico. COZZO (3) refere para *I. suffruticosa* parênquima difuso, escassamente paratraqueal, até nitidamente paratraqueal e de difícil reconhecimento. Para *I. gerardiana* o parênquima é descrito como abundante, difuso, terminal, vasicêntrico e até em faixas curtas e estreitas.

Para *Indigofera* e outros 20 gêneros de Papilionáceas, METCALFE & CHALK (6) referem a ocorrência de raios uni-seriados, com apenas ocasionais bi-seriados. O mesmo autor descreve para o gênero em estudo, juntamente com *Hebestigma*, *Kunatleria* e *Lupinus*, a presença de raios moderadamente heterogêneos, dos tipos II e ocasionalmente III de Kribs, com 4 ou mais fileiras marginais de células eretas. METCALFE & CHALK (6) referem-se, ainda, a células procumbentes de diâmetro tangencial muito pequeno, menores de 10 µm, para *Indigofera* e outros 17 gêneros da família.

Em *Indigofera suffruticosa* os raios tem forma linear e são do tipo Heterogêneo II A (COZZO, 3). Para uma das amostras analisadas, o mesmo autor descreve a ocorrência de raios predominantemente uni-seriados, com poucos bi e tri-seriados que, neste caso, exibem numerosas células envolventes.

Em chave de identificação anatômica, COZZO (3) distingue *Indigofera suffruticosa* de *I. gerardiana*, pela ausência na primeira de estrutura estratificada e ocorrência de raios altos, de até 1330 µm, uni-seriados e com escassos 2-3-seriados.

As fibras de Papilionaceae tem pontuações escassas, pequenas, simples e mais numerosas na face radial do que tangencial da parede celular (METCALFE & CHALK, 6). Os mesmos autores observam, ainda, que fibras septadas ocorrem muito ocasionalmente na família, citando a característica para apenas *Ougeneia*, *Robinia*, *Sophora* e *Tipuana*.

Para as duas espécies argentinas investigadas, COZZO (3) refere fibras de tipo libríforme, com comprimento médio de 530 µm, bem como abundante fibrotraqueóides e fibras gelatinosas. O autor cita, ainda, a ocorrência de traqueóides vasicêntricos e vasculares, mas observa que estes elementos encontram-se em pequenas quantidades na madeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado é procedente do Estado do Rio Grande do Sul e consiste de amostras de madeira e respectivas exsicatas botânicas, guardadas na Xiloteca e Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria, com

os seguintes registros:

- HDCF 277. Marchiori, J.N.C.; Alvarez Filho, A. & Longhi, S.J., s/n. Nova Boêmia, Agudo, RS. 08-4-1981.
- HDCF 2107. Marchiori, J.N.C. nº 155. Cerrito, Santa Maria - RS. 27-12-1985.

Das amostras de madeira foram preparados bloquinhos e obtidos finos cortes anatômicos nos planos transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial. Os cortes, com espessura nominal de 18  $\mu\text{m}$ , foram obtidos em micrótomo de deslizamento, coloridos com safranina e azul de astra, e montados em lâminas permanentes, tendo sido usado Entellan como meio de montagem.

Foram preparados também lâminas de células dissociadas de madeira, mediante a maceração de finos palitos em solução de ácido nítrico 10% e ácido crômico 10%, em partes iguais, coloração com safranina e o mesmo meio de montagem anteriormente citado.

As medições anatômicas e a descrição da madeira foram realizadas com base na Norma COPANT (2). Os dados quantitativos são apresentados na Tabela I. As fotomicrografias da Figura 1 foram tomadas em aparelho da casa Carl Zeiss.

#### DESCRIÇÃO DA MADEIRA

##### *CARACTERES GERAIS E ORGANOLÉPTICOS*

Madeira de cerne e alborno indistintos, brilhante, de cor claro-amarelada, de grã direita ou linheira, não aromática, macia e de textura fina.

##### *DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA*

*Poros:* Invisíveis a olho nũ em plano transversal, pequenos, pouco numerosos, em distribuição difusa e uniforme. Poros sem conteúdo, solitários em sua maioria, geminados e, mais raramente em múltiplos radiais curtos. Linhas vasculares retilíneas, mostrando conteúdo com aspecto de goma e cor laranja-avermelhado em alguns vasos.

*Parênquima axial:* Invisível a olho nũ em plano transversal, visível com dificuldade sob lente ou lupa de 10 X, escasso e em disposição predominantemente paratraqueal vasicêntrica.

*Raios:* Praticamente invisíveis a olho nũ em plano transversal, visíveis sem dificuldade sob lente ou lupa de 10 X, finos, numerosos. Em plano longitudinal tangencial, visíveis sem dificuldade sob lente ou lupa, baixos, não estratificados. Espelhado dos raios pouco contrastado dos tecidos axiais, em plano longitudinal radial.

*Anéis de Crescimento:* Distintos, individualizados por parênquima marginal.

*Outros caracteres:* Canais secretores axiais, máculas medulares, líber

incluso e listrado de estratificação, ausentes.

*DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA*

*Vasos:* Muito numerosos (25 - 35 - 65 por  $\text{mm}^2$ ) e ocupando 14,5% da secção transversal da madeira. Poros pequenos (32,5 - 60,9 - 82,5  $\mu\text{m}$ ), de secção oval, em distribuição difusa, uniforme, e dispostos predominantemente como solitários ou em múltiplos de 2 a 4, em agrupamentos radiais; agrupamentos em cacho, raros, e formado de poucos elementos. Poros de parede celular delgada (1,3 - 2,5 - 5  $\mu\text{m}$ ) e aparentemente sem conteúdos. Elementos vasculares muito curtos (105 - 162,5 - 225  $\mu\text{m}$ ), com placa de perfuração simples e geralmente transversal ao vaso, desprovidos de espessamentos espiralados e outras estriações na parede celular, e usualmente desprovidos de apêndices. Quando presentes, os apêndices são curtos (5,0 - 21,6 - 75  $\mu\text{m}$ ), ocorrendo geralmente em apenas uma das extremidades.

Pontuado intervascular alterno. Pontuações de diâmetro tangencial pequeno a médio (5,3 - 6,8 - 9,8  $\mu\text{m}$ ), de forma oval a levemente poligonal devido à aproximação das mesmas e ornamentadas. Abertura interna em forma de fenda, horizontal, inclusa ou coalesce a 2 pontuações; abertura externa, de forma oblongo-oval.

Pontuações rádio-vasculares, pequenas em sua maioria (4 - 5,2 - 8  $\mu\text{m}$ ), arredondadas, e em arranjo alterno. Pontuações parênquimo-vasculares pequenas (4,5 - 5,7 - 7  $\mu\text{m}$ ), semelhantes às anteriores. Traqueóides vasicêntricos, traqueóides vasculares e elementos vasculares imperfeitos, não observados.

*Parênquima radial:* Pouco abundante, compondo em média 12,1% da secção transversal da madeira. Parênquima axial em disposição paratraqueal vasicêntrica, aliforme-confluente e formando curtas faixas tangenciais; paratraqueal marginal e com células apotraqueais difusas também presente no tecido fibroso.

Células parenquimáticas geralmente retangulares, com 60 - 80 - 100  $\mu\text{m}$  de altura por 10 - 17,5 - 25  $\mu\text{m}$  de largura; em séries de duas, mas até 4 células, e altura de 125 - 163,7 - 195  $\mu\text{m}$ . Células fusiformes mais raras, com 90 - 157 - 212,5  $\mu\text{m}$  de altura e 6,3 - 13,9 - 25  $\mu\text{m}$  de largura. Séries cristalíferas com cristais romboides em até 8 câmaras, pouco frequentes e ocorrendo especialmente na margem do parênquima paratraqueal.

*Raios:* Muito numerosos (9 - 11,8 - 15 raios/mm) e com fração de área igual a 12,4%, em média. Tendo radial heterogêneo, de tipo II.

Raios-uni-seriados extremamente numerosos (44 - 48 53% dos raios), compostos de células quadradas e eretas, extremamente finos (6,2 - 11 - 22,5  $\mu\text{m}$ ), extremamente baixos (25 - 110,9 - 325,5  $\mu\text{m}$ ) e com 1 - 5 - 15 células de altura.

TABELA I. DADOS QUANTITATIVOS DA ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA.

CARACTERÍSTICA ANATÔMICA	VALOR MÍNIMO	MÉDIA	VALOR MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
1. Frequência de poros (poros/mm <sup>2</sup> )	25,0	35,0	65,0	7,12
2. Fração de poros (%)	12,0	14,5	21,0	2,87
3. Ø tangencial de poros (µm)	32,5	60,9	82,5	11,05
4. Espessura parede de poros (µm)	1,3	2,5	5,0	0,76
5. Comprimento elementos vasculares (µm)	105,0	162,5	255,0	27,58
6. Comprimento de apêndices (µm)	5,0	21,6	75,0	17,10
7. Ø pontuações intervasculares (µm)	5,3	6,8	9,8	1,06
8. Ø pontuações rádio-vasculares (µm)	4,0	5,2	8,0	0,94
9. Ø pontuações parênquimo-vasculares (µm)	4,5	5,7	7,0	0,68
10. Fração parênquima axial (%)	6,0	12,1	18,0	3,78
11. H. células parênquima fusiforme (µm)	90,0	157,4	212,5	24,24
12. L. células parênquima fusiforme (µm)	6,3	13,9	25,0	4,46
13. H. séries parênquima axial (µm)	125,0	163,7	195,0	16,47
14. H. séries parênquima axial (células)	2,0	2,1	4,0	0,43
15. H. células parênquima seriado (µm)	60,0	80,0	100,0	9,04
16. L. células parênquima seriado (µm)	10,0	17,2	25,0	4,07
17. Fração recido radial (%)	7,0	12,4	19,0	3,94
18. Frequência de raios (raios/mm)	9,0	11,8	15,0	1,49
19. Fração raios uni-seriados (%)	44,0	48,0	53,0	2,94
20. H. raios uni-seriados (µm)	25,0	110,9	353,5	53,85
21. H. raios uni-seriados (células)	1,0	4,8	15,0	2,29
22. L. raios uni-seriados (µm)	6,2	11,0	22,5	3,18
23. Fração raios bi-seriados (%)	27,0	36,7	45,0	5,65
24. Fração raios tri-seriados (%)	8,0	13,6	22,0	4,69
25. Fração raios tetra-seriados (%)	1,0	1,7	3,0	1,15
26. H. raios multi-seriados (µm)	107,5	288,4	710,0	163,20
27. H. raios multi-seriados (células)	6,0	15,2	40,0	8,72
28. L. raios multi-seriados (µm)	11,3	17,7	27,5	3,70
29. L. raios multi-seriados (células)	2,0	2,4	4,0	0,56
30. Fração de fibras (%)	53,0	61,0	65,0	3,81
31. Comprimento de fibras (µm)	550,0	674,4	770,0	57,00
32. Ø total de fibras (µm)	7,5	11,9	16,3	2,00
33. Ø do lúmen de fibras (µm)	3,7	7,7	12,5	2,03
34. Espessura parede de fibras (µm)	1,2	2,1	3,1	0,36

Raios multi-seriados predominantemente com duas células de largura (36,7%), menos frequentemente tri-seriados (13,6%), raros tetra-seriados (1,7%); muito finos (11,3 - 17,7 - 27,5 µm), de extremamente baixos a muito baixos (107,5 - 288,4 - 710 µm) e com 6 - 15 - 40 células de altura. Os raios multi-seriados são compostos de

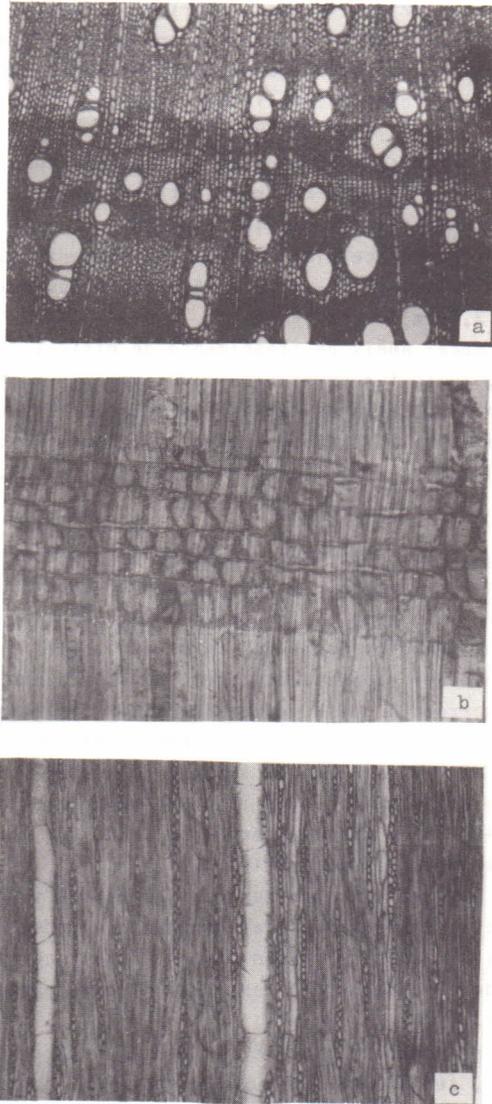


Figura 1. Fotomicrografias da madeira.  
a) Corte transversal, 55 X.  
b) Corte longitudinal radial, 139 X.  
c) Corte longitudinal tangencial, 55X.

células curtamente procumbentes e margens uni-seriadas curtas, ocasionalmente muito longas, de células quadradas e eretas. Em plano longitudinal tangencial observam-se, com freqüência, células envolvidas dispostas no corpo multi-seriado e central dos raios.

Células cristalíferas, latericuliformes, esclerosadas e oleíferas, ausentes. Raios em geral normais, com freqüentes fusões dos identificados pela presença de duas ou mais partes multi-seriadas ligadas por margens uni-seriadas entre si. Raios agregados, ausentes.

*Fibras:* Tecido fibroso predominante na madeira, constituindo 61% de seu volume. Fibras libriformes não septadas, geralmente gelatinosas e com numerosas pontuações simples e diminutas, mais abundantes na face radial da parede celular. Fibras extremamente curtas (500- 674 - 770  $\mu\text{m}$ ), estreitas (7,5 - 11,9 - 16,3  $\mu\text{m}$ ) e com paredes delgadas (1,2 - 2,1 - 3,1  $\mu\text{m}$ ).

*Outros caracteres:* Anéis de crescimento de difícil reconhecimento microscópico, muito tenuemente indicados por parênquima marginal.

Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, líber incluso e estratificação, ausentes. Cristais rombóides, em séries de até 8 câmaras, presentes no parênquima axial.

#### DISCUSSÃO

Alguns dos caracteres anatômicos mais conspícuos em *Indigofera suffruticosa*, tais como pontuações ornamentadas e pequenas, placa de perfuração simples, pontuado intervascular alterno, elementos vasculares muito curtos e fibras de pontuações simples, de pequeno comprimento e não septadas, tem, de acordo com METCALFE & CHALK (6), ocorrência quase generalizada em Papilionaceae.

A descrição anatômica do presente estudo concorda com as referências de COZZO (3) e METCALFE & CHALK (6) sobre o diâmetro tangencial médio no gênero. Por outro lado, ao contrário do citado por METCALFE & CHALK (6), mas de acordo com COZZO (3), encontrou-se poros em distribuição difusa e uniforme.

Os valores de comprimento de elementos vasculares, encontrados no presente trabalho, praticamente coincidem com os dados de COZZO (3). As citações do anatomista argentino sobre a forma, espessura de parede e arranjo de poros, também correspondem ao descrito presentemente.

As pontuações intervasculares, ao contrário do referido por COZZO (3), tem diâmetro pequeno a médio e encontram-se em arranjo alterno, não tendo sido encontradas pontuações de grande tamanho e semi-escalariforme.

A descrição do parênquima axial de *Indigofera suffruticosa* não colide com as referências de METCALFE & CHALK (6) para o gênero e corresponde à caracterização realizada por COZZO (3) para a mesma espécie.

Os raios foram descritos com Heterogêneos II e concordam com o exposto por COZZO (3), inclusive sobre a ocorrência de células

envolventes, presença excessiva de raios 2-3-seriados e ausência de estratificação. No presente trabalho quantificou-se a frequência dos tipos de raios quanto à largura em número de células, tendo-se constatado uma larga predominância dos uni-seriados, variando de 44 a 53%.

Não foram encontrados fibrotraqueóides, traqueóides vasicêntricos e traqueóides vasculares, ao contrário do referido por COZZO (3). As fibras mostraram ter comprimento ligeiramente maior do que o valor médio fornecido por COZZO (3) para as duas espécies argentinas investigadas.

#### CONCLUSÕES

A descrição e análise da estrutura anatômica da madeira de *Indigofera suffruticosa* Mill. mostram que:

1. A espécie apresenta muitos caracteres anatômicos evoluídos, os quais também ocorrem de maneira generalizada em madeiras de Leguminosae Papilionoideae.
2. Não ocorrem estratificação e espessamentos espiralados, características moderadamente comuns na família.
3. A descrição anatômica da madeira coincide, de modo geral, com as referências bibliográficas para o gênero e espécie em questão.
4. Não foram observados fibrotraqueóides, traqueóides vasicêntricos e traqueóides vasculares, ao contrário do afirmado na literatura.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BURKART, A. *Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas*. Buenos Aires, ACME Agency, 1952. 569 p.
2. COPANT. COMMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. *Descripcion de características generales, macroscópicas y microscópicas de las maderas de Angiospermas Dicotiledóneas*. COPANT, 30:1-019, 1974.
3. COZZO, D. Anatomia del leño secundario de las Leguminosas Papilionoideas Argentinas silvestres y cultivadas. *Rev. del Inst. Nac. de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia - C. Botánicas*, 1(7):223 - 361, 1950.
4. LEITÃO FILHO, H. de F.; ARANHA, C. & BACCHI, O. *Plantas invasoras de culturas no Estado de São Paulo*. Vol. II. São Paulo, HUCITEC: Ministério da Agricultura, Agiplan, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1972. 597 p.
5. LOMBARDO, A. *Flora arborea y arborescente del Uruguay*. Montevideo, Concejo Departamental, s/d. 151 p.
6. METCALFE, C.R. & CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, 1972. 1500 p.
7. PIO CORRÊA, M. *Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas*

- Cultivadas*. Vol. I. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1926. 747 p.
8. RAMBO, B. *Leguminosae Riograndenses*. São Leopoldo, Instituto Anchietano de Pesquisas, 1966. 166 p. (Pesquisas, Série Botânica; Bol. nº 23).
  9. RECORD, S.J. & HESS, R.W. *Timbers of The New World*. New Haven, Yale University Press, 1949. 640 p.
  10. SCHULTZ, A.R. *Os nomes científicos e populares das plantas do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, PUC/EMMA, 1975. 164 p.
  11. TORTORELLI, L.A. *Maderas y bosques argentinos*. Buenos Aires, ACME, 1956. 910 p.

Recebido em junho, 1986; aceito em junho, 1986.